

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-6826

(P2000-6826A)

(43) 公開日 平成12年1月11日 (2000.1.11)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターモット* (参考)

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

H 0 2 K 5/22

H 0 2 K 5/22

// B 6 2 D 5/22

B 6 2 D 5/22

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-130852

(22) 出願日 平成11年5月12日 (1999.5.12)

(31) 優先権主張番号 96151

(32) 優先日 平成10年6月11日 (1998.6.11)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591169755

ディーアールダブリュー・インコーポレー
テッド

TRW INCORPORATED

アメリカ合衆国オハイオ州44124, リンド
ハースト, リッチモンド・ロード 1900

(72) 発明者 ジョセフ・ディー・ミラー

アメリカ合衆国ミシガン州48331, ファー
ミントン・ヒルズ, フォレスト・ヒル・ド
ライブ 29968

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

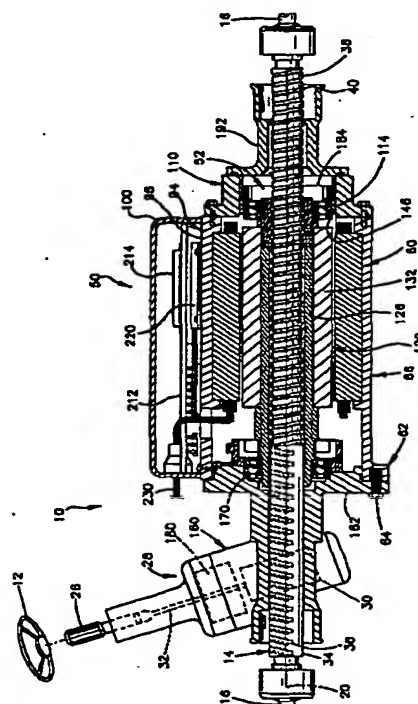
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属製一部品シェルを持つ電動ステアリングモータ

(57) 【要約】

【課題】 ハンドル (12) の回転に応じて車輛の操舵可能なホイールの向きを変えるための、ピニオン (30) を含むステアリングアッセンブリ (10) を提供する。

【解決手段】 電動モータ (50) は、ステアリング部材 (14) に駆動的に連結されたロータ (132)、及びステータ (70) を含む。このステータ (70) は、賦勢されたとき、ロータ (132) の移動を行い、これによって、ステアリング部材 (14) を回転する。電動モータ (50) の制御作動を補助するための電子式制御ユニット (210) は、熱を発生する少なくとも一つの部品 (220) を含む。均質の材料でできた金属製一部品鑄造部材 (60) は、ステータ (70) を包囲し且つ支持する主本体部分 (66) 及び電子式制御ユニットハウジング部分 (102) を含む。金属製一部品鑄造部材 (60) の電子式制御ユニットハウジング部分 (102) は、プラットホーム (94) を含む。熱を発生する少なくとも一つの部品 (220) はプラットホーム (94) に伝熱関係で取り付けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車輛のハンドルの回転に応じて車輛の操舵可能なホイールの向きを変えるためのステアリングアッセンブリにおいて、

ピニオンと、

車輛の操舵可能なホイールの向きを変える移動を行うための、前記ピニオンと係合するためのラック部分及び外ねじ部分を持つ軸線方向に移動自在のステアリング部材と、

前記ステアリング部材に駆動的に連結されたロータ、及び賦勢されたときに前記ロータを回転することによって前記ステアリング部材を移動するステータを含む電動モータと、

前記電動モータの制御作動を補助するための、熱を発生する少なくとも一つの部品を含む電子式制御ユニットと、

前記ステータを包囲し且つ支持する主本体部分及び電子式制御ユニットハウジング部分を含む、均質の材料でできた金属製一部品鑄造部材とを有し、

前記金属製一部品鑄造部材の前記電子式制御ユニットハウジング部分はブラットホームを含み、前記熱を発生する少なくとも一つの部品は前記ブラットホームに伝熱関係で取り付けられている、ことを特徴とするステアリングアッセンブリ。

【請求項 2】 前記ブラットホームは、前記モータの直径に対してほぼ垂直に延びる外側面を有する、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 3】 前記金属製一部品鑄造部材はアルミニウム製である、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 4】 前記熱を発生する少なくとも一つの部品は、少なくとも一つのパワートランジスターを含む、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 5】 前記熱を発生する少なくとも一つの部品は、パワーモジュールを含む、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 6】 前記パワーモジュールは、前記ブラットホームの平らな表面と当接係合した平らな表面を有する、請求項 5 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 7】 前記ステータは、前記ステータを前記電子式制御ユニットに電氣的に接続するためのワイヤリード線を有し、

前記ワイヤリード線は、電子式制御ユニットに接続するため、前記金属部材の開口部を通して突出している、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 8】 前記ステアリング部材の前記ねじ部分の周りを延びている、内ねじを備えたボールナットと、このボールナットと前記ステアリング部材の前記ねじ部材との間で力を伝達するため、前記ボールナットに設けられた内ねじと前記ステアリング部材に設けられた外ねじ

との間に配置された複数のボールとを更に有し、

前記ステアリングアッセンブリは、前記金属製一部品部材に固定された端キャップを更に有し、この端キャップは、前記ボールナットを前記ロータとともに前記金属製一部品部材に対して回転するように支持する部分を有する、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 9】 前記金属製一部品部材はアルミニウム鑄造体である、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 10】 前記ステータは、コア及びこのコアに設けた一連の捲線を含み、前記ステータは、前記ステータコアが少なくとも部分的に画成する円筒形ロータ空間を有し、前記ロータは前記ロータ空間内に配置され、前記ロータは、軸線方向に延びる中央通路を有し、前記ステアリング部材は、前記ロータの前記中央通路を通して延びている、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 11】 前記金属製一部品部材に連結でき且つ前記金属製一部品部材と協働して前記電子式制御ユニットを包囲するカバーを更に有する、請求項 1 に記載のステアリングアッセンブリ。

【請求項 12】 車輛のハンドルの回転に応じて車輛の操舵可能なホイールの向きを変えるためのステアリングアッセンブリにおいて、

ピニオンと、

車輛の操舵可能なホイールの向きを変える移動を行うための、前記ピニオンと係合するためのラック部分及び外ねじ部分を持つ軸線方向に移動自在のステアリング部材と、

前記ステアリング部材に駆動的に連結されたロータ、及び賦勢されたときに前記ロータを回転することによって前記ステアリング部材を移動するステータを含む電動モータと、

前記電動モータの制御作動を補助するための、熱を発生する少なくとも一つの部品を含む電子式制御ユニットと、

前記ステータを包囲し且つ支持する主本体部分及び電子式制御ユニットハウジング部分を含む、均質の材料でできた金属製一部品鑄造部材とを有し、

前記金属製一部品鑄造部材の前記電子式制御ユニットハウジング部分は、平らな第 1 表面を有し、前記熱を発生する少なくとも一つの部品は、前記平らな第 1 表面と伝熱関係の平らな第 2 表面を有する、ことを特徴とするステアリングアッセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車輛用パワーステアリングシステムに関する。詳細には、本発明は、ラック等のステアリング部材に力を加えるための電動補力モータを含む電動式パワーステアリングシステムに関する

る。

【0002】

【従来の技術】周知の種類の車輛用パワーステアリングシステムは、ステアリング部材と電動補力モータとの間で力を伝達するためのボールナットを含む。ステアリングシステムは、更に、電動モータの作動を制御する電子式制御ユニット即ちECUを含む。電動モータを賦勢すると、ボールナットが駆動され、ステアリング部材に対して回転する。ボールナットの回転力はステアリング部材に伝達され、ステアリング部材を軸線方向に駆動する。ステアリング部材の軸線方向移動により、車輛の操舵可能なホイールの向きを変える移動を行う。

【0003】補力モータのハウジングは、代表的には、鋼鉄を機械加工したものである。ハウジングの機械加工プロセスは困難であり、費用がかかる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、車輛のハンドルの回転に応じて車輛の操舵可能なホイールの向きを変えるためのステアリングアッセンブリを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によるステアリングアッセンブリは、ピニオン、及び車輛の操舵可能なホイールの向きを変える移動を行うために軸線方向に移動自在のステアリング部材を含む。ステアリング部材は、ピニオンと係合するためのラック部分及び外ねじ部分を有する。

【0006】ステアリングアッセンブリは、ステアリング部材に駆動的に連結されたロータ、及びステータを含む電動モータを有する。このステータは、賦勢されたとき、ロータの回転を行い、これによって、ステアリング部材を移動する。電動モータの制御作動を補助するための電子式制御ユニットは、熱を発生する少なくとも一つの部品を含む。

【0007】均質の材料でできた金属製一部品鑄造部材は、ステータを包囲し且つ支持する主本体部分及び電子式制御ユニットハウジング部分を含む。金属製一部品鑄造部材の電子式制御ユニットハウジング部分は、ブラットホームを含む。熱を発生する少なくとも一つの部品は、ブラットホームに伝熱関係で取り付けられている。

【0008】本発明の以上の及び他の目的は、本発明の以下の説明及び添付図面を考慮することにより、本発明が属する分野の当業者に更に明らかになるであろう。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明は、パワーステアリングシステムに関する。詳細には、本発明は、ラック等のステアリング部材に力を加えるための電動補力モータを含む電動補力ステアリングシステムに関する。本発明を例示するものとして、図1は電動補力ステアリングシステム10を示す。

【0010】ステアリングシステム10は、運転者が操作するハンドル12を含み、このハンドルはステアリング部材14に作動的に連結されている。ステアリング部材14は、タイロッド16を介して車輛の操舵可能なホイール（図示せず）に連結されている。ステアリング部材14はステアリングシステム10の軸線20に沿って延びている。

【0011】車輛のハンドルは、ピニオンハウジング28内に延びる入力シャフト26に回転自在に連結されている。入力シャフト26は、ピニオンハウジング28内に配置されたピニオンギヤ30にトーションバー32によって周知の方法で機械的に連結されている。

【0012】ステアリング部材14は、ラック歯36が配置された第1部分34と、ラック歯から軸線方向に離間された外ねじ巻回部40を持つ第2部分38とを含む。ステアリング部材14に設けられたラック歯36は、ピニオンギヤ30のギヤ歯（図示せず）と噛み合い係合している。

【0013】ステアリングシステム10は、以下に詳細に説明する電動補力モータ50を含み、このモータは、車輛のハンドル12を廻したときにステアリング部材14を軸線方向に移動するため、ボールナットアッセンブリ52に駆動的に連結されている。モータ50がステアリング部材14を軸線方向に移動できない場合には、ピニオンギヤ30に設けられたギヤ歯とステアリング部材14に設けられたラック歯との間の機械的連結により、車輛のステアリングを手動で行うことができる。

【0014】モータ50はモータハウジング60を含み、このハウジング内にはモータの他の構成要素も収容されている。モータハウジング60及びピニオンハウジング28は、一緒になって、ステアリングアッセンブリ10のハウジングを形成する。

【0015】モータハウジングは一部品をなして鑄造された金属製部品である。モータハウジング60についての好ましい材料は、アルミニウム又はアルミニウム合金である。モータハウジング60は、一つの均質な金属製部品として鑄造される。

【0016】モータハウジング60は、ピニオンハウジング28及びピニオン30と隣接して配置された軸線方向第1部分62を有する。複数の取り付けボルト64により、モータハウジング60の軸線方向第1部分62がピニオンハウジングに固定されている。

【0017】モータハウジング60の軸線方向第2部分66は、モータ50のステータ70を収容する。モータハウジング60の軸線方向第2部分66は、軸線20上に中心を持つ全体に円筒形の形体を備えている。

【0018】ステータ70は、互いにレーザー溶接されてコアを形成する複数の積み重ねられた積層体から形成された金属製コア72（図2及び図3参照）を含む。このように形成されたコア72は、軸線方向に延びる複数

のリップ74を有する。リップ74は円筒形の内面76を有し、これらの内面は、ステータ70の全体に円筒形の内面78を部分的に画成する。リップ74は、ステータ70に一連のスロット80を画成する。ステータ70は、コア72のスロット80に配置される一連のステータ巻線82を更に含む。これらの巻線82は、モータ50の磁極を形成する。

【0019】モータハウジング60を形成するため、ステータのコア72だけをステータ巻線82なしで適当な金型（図示せず）に置き、溶融アルミニウムを金型に注入する。溶融アルミニウムがステータの周囲に流れ込み、ステータコア72及びステータ巻線82を取り囲む。溶融アルミニウムが冷却し、固化し、モータハウジング60を形成する。

【0020】モータハウジング60の一部がステータコア72の外周を取り巻いて延び、モータハウジング60の軸線方向に延びる側壁84を形成する。側壁84の材料は、ステータコア72の積み重ねられた積層体の半径方向外縁部の周囲にぴったりと装着する。鋳造金型（図示せず）の一部により、モータハウジング60の形成中に溶融金属がリップ74の内面76上に流れないようにされている。

【0021】モータハウジング60の鋳造後、ステータコア72にステータ巻線82を配置する、即ちステータコアに巻き付ける。ステータ巻線82はモータハウジング60から離間されており、これと接触しない。ステータ巻線82は、車輛の賦勢回路に連結するためのリード線85（図2及び図4参照）を有する。リード線85の内側部分86は、モータハウジング60の軸線方向第2部分66の半径方向内方に配置されている。リード線85の端部分88は、車輛の電気回路に接続するため、開口部90を通してモータハウジング60の軸線方向第2部分66の外に延びている。

【0022】モータハウジング60の軸線方向第2部分66の外側部分は、モータハウジングの電子式制御ユニット（ECU）ハウジング部分92として形成されている。ECUハウジング部分92はブラットホーム94（図1乃至図4参照）を含む。ブラットホーム94はモータハウジング60の一部であり、ECUの熱を発生する一つ又はそれ以上の部品を伝熱（ヒートシンク）関係で支持するようになっている。

【0023】ブラットホーム94は、軸線20を中心とした約90°の円弧に亘って延びている。ブラットホーム94は、平らな外側面96を有する。この外側面96は、モータ50の直径に対して垂直方向に延びている。

【0024】ブラットホーム94は、ECUを包囲するためのカバー100と係合できる（図3及び図4参照）。ブラットホーム94及びカバー100は、モータ50のECUハウジング102と一緒に形成する。開口部90（図2参照）がブラットホーム94の外側面96

を通して延びている。ステータのリード線85の端部88がブラットホーム94から開口部90を通して突出している。

【0025】端キャップ110がモータハウジング60の右端（図1で見た場合）に取り付けられている。金属製挿入体114が端キャップ110にプレス嵌めされている。金属製挿入体114（図2参照）は、軸線20上に中心を持つ円筒形ベアリング表面116を有する。雌ねじスパンナット118が金属製挿入体114にベアリング表面116の軸線方向外方の位置で形成されている。外側ハウジング192がモータ50の右端（図1で見た場合）を閉鎖する。

【0026】ロータアッセンブリ120がステータ70の半径方向内方に配置されている。ロータアッセンブリ120は、チューブ状の、即ち円筒形中央通路即ち開口部124を持つ円筒形ロータシャフト122を含む。このロータシャフト122は、主本体部分126及び薄壁右端部分128を有する。ロータ132がロータシャフト122の外側にプレス嵌めされている。モータ50は、参照番号130で概略に示す（図2参照）モータ位置センサを更に含む。モータ位置センサ130は、ロータシャフト122の左端（図1で見た場合）にプレス嵌めされた位置センサロータ136を含む。

【0027】ボールナットアッセンブリ52（図1乃至図3参照）は、ロータシャフト122の右端部分128の内側にプレス嵌めされたボールナット140を含む。ボールナット140は、内ねじ巻回部144を有する。第1ベアリング146がボールナット140にプレス嵌めされている。

【0028】モータ50の組み立てプロセス中、モータハウジング60をステータコアの周りに鋳造した後、ステータ巻線82をステータコア72に配置する、即ちステータコアに巻き付ける。ロータシャフト122、及びロータシャフトとともに回転する、ロータ132、ボールナット140、第1ベアリング146、及びモータ位置センサ136等の他の部品を、モータハウジング60及びステータ70からなるアッセンブリに滑り込ませる。第1ベアリング146の外輪が金属製挿入体114の円筒形ベアリング表面116と半径方向力伝達関係で係合する。かくして、モータハウジング60及び第1ベアリング146がロータアッセンブリ120の右端をステータ70に対して回転自在に支持する。ステアリングアッセンブリ10の製造のこの時点では、第1ベアリング146はモータハウジング60内で軸線方向に支持されていない。

【0029】ロータアッセンブリ120の反対端（図1で見た場合の左端）は、ピニオンハウジング28によって以下に説明するように支持されている。ピニオンハウジング28は、鋳造金属製主本体部分160（図1参照）を含む。この本体部分はピニオンギヤ30を受け入

れ、この本体部分を通してステアリング部材14のラック部分34が延びている。ピニオンハウジング28の主本体部分160は、モータハウジング60に連結するための延長部分162を有する。

【0030】第2ベアリング170をピニオンハウジング28の延長部分162に押し込む。第2ベアリング170は、ピニオンハウジング28の主本体部分160内で半径方向及び軸線方向の両方向で支持される。

【0031】モータ位置センサステータ174（図2参照）は、第2ベアリング170の外方でピニオンハウジング28に固定されている。モータ位置センサステータ174は、モータ位置センサロータ136と周知の方法で協働し、モータ50の制御作動を補助する。

【0032】ピニオンハウジング28及びこのハウジングに取り付けられた部品からなるアセンブリを、ステータ70、ロータ132、及びボールナット142を含むモータアセンブリに取り付ける。ピニオンハウジング28は、モータハウジング60に直接的に取り付けられる。取り付けボルト64がピニオンハウジング28をモータハウジング60に固定する。

【0033】次いで、スパナナット184を端キャップの金属製挿入体114に設けられたスパナナットねじ118にねじ込む。スパナナット184を第1ベアリング146の外輪に対して軸線方向に締め付ける。スパナナット184と第1ベアリング146の外輪との間の係合により、軸線方向荷重が第1ベアリングに作用する。第1ベアリング146に作用した軸線方向荷重は、第1ベアリングの内輪を通してボールナット140に伝達される。第1ベアリング146は、ボールナット140を第2ベアリング170に向かう方向で軸線方向に押圧する。

【0034】ボールナット140に作用する軸線方向荷重は、ロータシャフト122に伝達される。ロータシャフト122に作用した軸線方向荷重は、第2ベアリング170に伝達される。第2ベアリング170に作用した軸線方向荷重は、ピニオンハウジング28の延長部分162に伝達される。第2ベアリング170は、ロータアセンブリ120の左端をステータ70に対して回転するように支持する。ステアリングアセンブリ10の製造のこの時点で、ロータアセンブリ120をステータ70に対して回転させることができる。

【0035】ステアリング部材14をモータ50のロータシャフト126の中央開口部124に挿入する。ボールナットアセンブリ52は、ステアリング部材14のねじ部分38の周りに延びる。ボールナットアセンブリ52は、ボールナット140に設けられた内ねじ144とステアリング部材14のねじ部分38に設けられた外ねじ40との間に配置されたボール200の形態の複数の力伝達部材を含む。これらのボール200は、ボールナットアセンブリ52に周知の方法で装填される。

ボールナット140は、ステアリング部材14をボールナットに対して軸線方向に移動したとき、ボール200を再循環するための再循環通路（図示せず）を含む。

【0036】図1で参照番号180によって概略に示すトルクセンサがピニオンハウジング28に配置されている。トルクセンサ180は、入力シャフト26とピニオンギヤ30との間の相対的な移動を検出し、モータ50の制御作動を周知の方法で補助する。

【0037】ECU（電子式制御ユニット）210がモータハウジング60の軸線方向第2部分66に設けられたプラットホーム94に取り付けられている。ステータのリード線84の端部分88は、ECU210に電氣的に接続されている。

【0038】ECU210（図3及び図4参照）は、参照番号214で概略に示すような複数の電子部品（詳細には図示せず）が取り付けられたプリント回路基板212を含む。プリント回路基板212は、外側面96及びプラットホームの他の部分から離間されており且つ電氣的に絶縁された位置でプラットホーム94上に支持されている。

【0039】ECU210は、更に、パワーモジュール220を含む。パワーモジュール220（図2に部分的に示す）は、パワートランジスタの形態の複数のスイッチを含む。これには、図3に置いて参照番号222が概略に附してある。パワートランジスタは、例えば、MOSFET半導体である。

【0040】パワーモジュール220は、プリント回路基板212の下でプラットホーム94の外側面96に直接的に取り付けられている。パワーモジュール220は、プリント回路基板212から離間されている。パワーモジュール220は、プラットホーム94の平らな外側面96と当接係合した平らな外側面224（図3参照）を有する。かくして、パワーモジュール220は、プラットホーム94と熱的に良好に接触している。ねじ等の複数のファスナ226がパワーモジュール220の取り付けフランジ228を通して延び、パワーモジュールをプラットホーム94に固定する。

【0041】コネクタケーブル230がECU210をトルクセンサ180及びモータ位置センサ134に接続する。車輛の運転者がハンドル12を廻すと、ECU210及びトルクセンサ180を含む車輛の電気回路が、モータ50を作動してステアリング補力を提供することによりステアリング部材14を移動すべきかどうかを決定する。モータ50が作動された場合には、軸線20を中心としてロータ132をステータ70に対して回転する。ロータシャフト122及びボールナット140は、ロータ132とともに回転する。ボール200は、ボールナット140の回転力をステアリング部材14のねじ部分38に伝達する。ボールナット140の位置が軸線方向で固定されているため、これに応じてステアリング

部材 14 が駆動され、軸線方向に移動し、車輪の操舵可能なホイールを所望の通りに操舵する。

【0042】モータ 50 を作動させると、パワーモジュール 220 は大量の熱を発生する。パワーモジュール 220 とブラットホーム 94 との当接係合により、熱をパワーモジュール 220 からブラットホームの稠密な金属材料に直接伝達できる。ブラットホーム 94 がモータハウジング 60 の他の部分とともに一部品をなして製造されているため、ブラットホーム及びモータハウジングは、全体として、パワーモジュール 220 用のヒートシンクとして作用する。その結果、パワーモジュール 220 を更に冷却でき、パワーモジュール 220 用の別のヒートシンクを設ける必要がない。

【0043】モータハウジング 60 の casting 側壁 84 の材料は、ステータコア 72 の積み重ねられた積層体の周りにぴったりと装着している。機械加工によって形成したこの用途の金属製モータハウジングは、ステータコアにしっかりとプレス嵌めされるようにするためには、許容差が ± 約 0.0254mm (0.001 インチ) でなければならない。積層体の積み重ねの外表面が平滑でなく、約 0.0762mm 乃至 0.1016mm (約 0.003 インチ乃至 0.004 インチ) の許容差を持つため、機械加工によって形成した金属製モータハウジングでこれを達成するのは困難である。更に、ステータコア 72 の積層体の積み重ねは長さが約 17.78cm (約 7 インチ) であり、そのため、円筒形の内面を盲穴の部分として機械加工するのは困難であり、費用がかかる。

【0044】本発明の以上の説明から、当業者は、本発明の改良、変更、及び変形を思い付くであろう。当該技術分野で通常の知識の範疇のこのような改良、変更、及び変形は、特許請求の範囲の範疇に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるステアリングシステムの部分断面

図である。

【図 2】図 1 のステアリングシステムの一部の拡大図である。

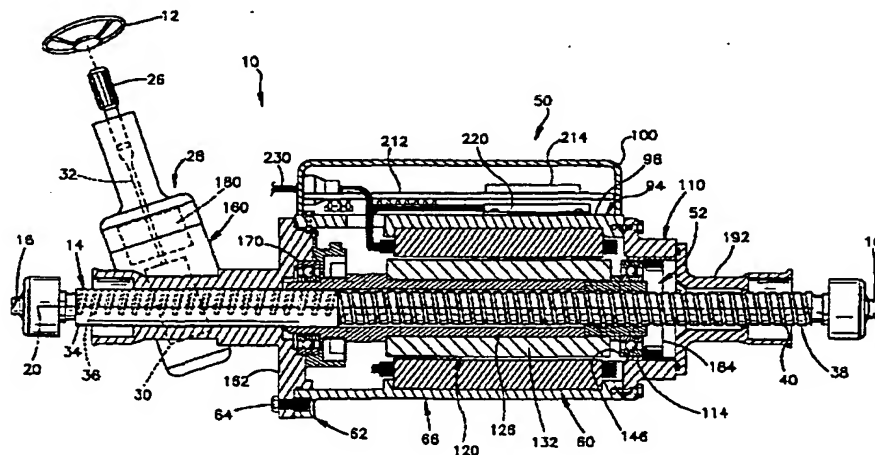
【図 3】図 1 のステアリングシステムの部品を形成するモータステータの断面図である。

【図 4】モータチューブとともに型成形されたモータステータの図 3 と同様の断面図である。

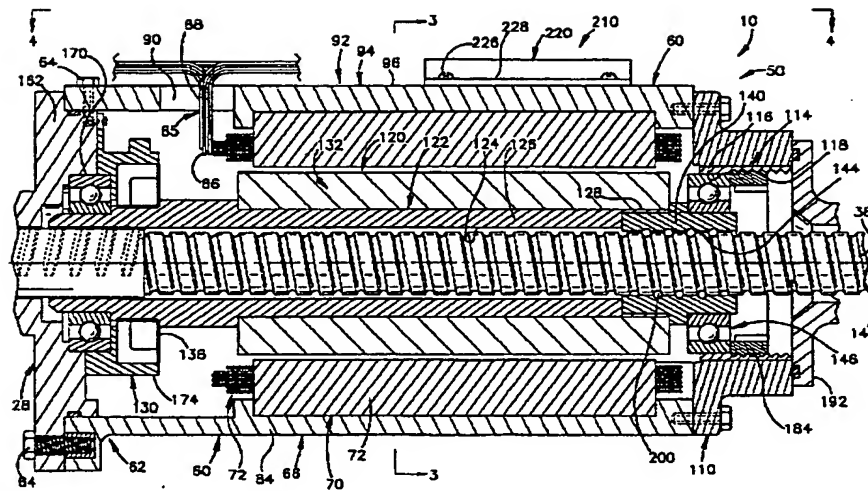
【符号の説明】

10	電動補力ステアリングシステム	14	ステアリング部材
28	ピニオンハウジング	30	ピニオンギヤ
34	第 1 部分	36	ラック歯
38	第 2 部分	40	雄ねじ巻回部
50	電動補力モータ	52	ボールナットアセンブリ
60	モータハウジング	70	ステータ
72	コア	82	ステータ巻線
85	リード線	94	ブラットホーム
100	カバーハウジング	102	ECU
120	ロータアセンブリ	122	ロータシャフト
130	モータ位置センサ	132	ロータ
140	ボールナットアリング	146	第 1 ベアリング
170	第 2 ベアリング	200	ボール
210	電子式制御ユニット (ECU)	212	プリント回路基板
220	パワーモジュール		

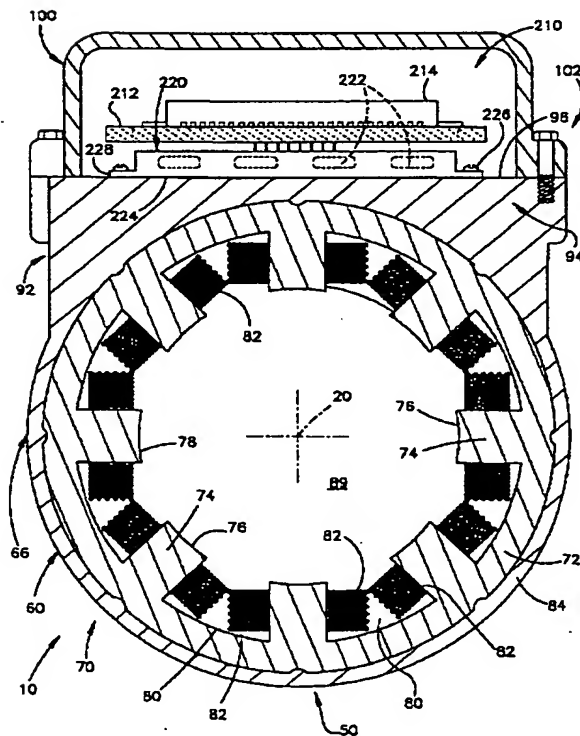
【図 1】



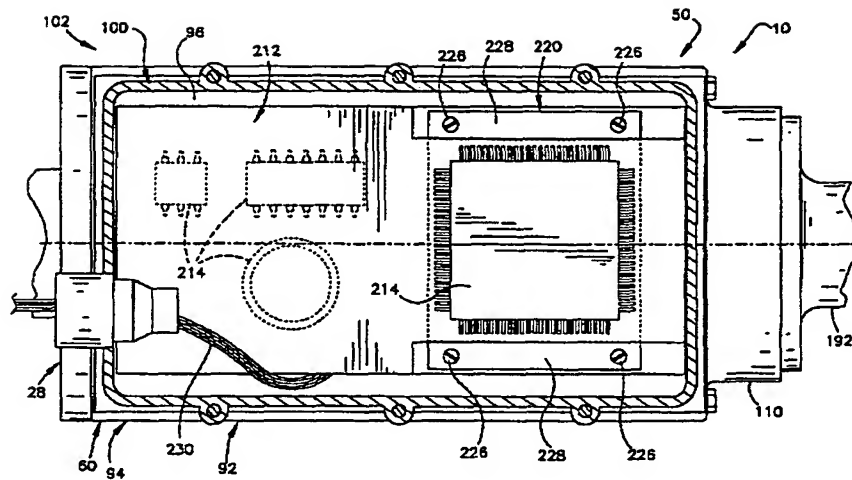
【図 2】



【図 3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ポール・ケイ・ウェバー
アメリカ合衆国ミシガン州48309, ロチェ
スター・ヒルズ, ティンバーライン・ドラ
イブ 850

(72)発明者 ブレット・エム・スウィス
アメリカ合衆国ミシガン州48317, シェル
ビー・タウンシップ, ランズダウン・コー
ト 48823